(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2013-515605
(P2013-515605A)
(43)公表日　平成25年5月9日(2013.5.9)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C02F 3/12	(2006.01)	C02F	3/12	S	4D003
C02F 1/44	(2006.01)	C02F	1/44	F	4D006
B01D 69/08	(2006.01)	B01D	69/08		4D028
B01D 69/04	(2006.01)	B01D	69/04		4D040
B01D 69/06	(2006.01)	B01D	69/06		

審査請求 有　予備審査請求 未請求　（全 11 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2012-546976 (P2012-546976)
(86)(22)出願日　平成22年3月8日 (2010.3.8)
(85)翻訳文提出日　平成24年5月25日 (2012.5.25)
(86)国際出願番号　PCT/KR2010/001440
(87)国際公開番号　WO2011/111879
(87)国際公開日　平成23年9月15日 (2011.9.15)

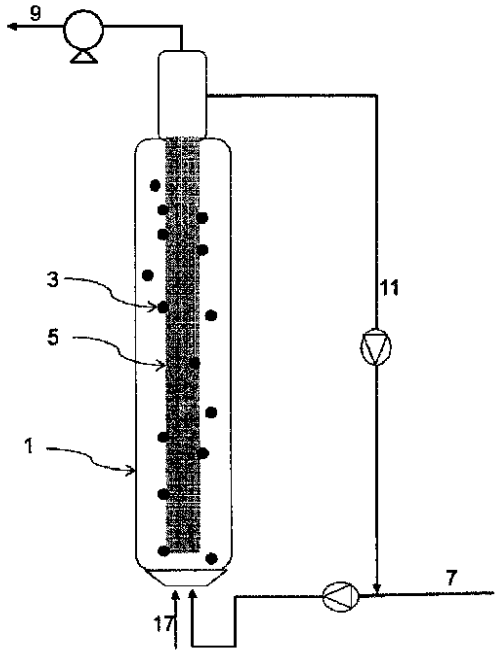
(71)出願人　512138172
仁何大学　産学協力団
ＩＮＨＡ－ＩＮＤＵＳＴＲＹ　ＰＡＲＴＮＥＲＳＨＩＰ　ＩＮＳＴＩＴＵＴＥ
大韓民国　仁川廣域市　南區　龍▲現▼洞　２５３
２５３，Ｙｏｎｇｈｙｕｎ－ｄｏｎｇ，Ｎａｍ－ｇｕ，Ｉｎｃｈｅｏｎ，Ｒｅｐｕｂｌｉｃ　ｏｆ　Ｋｏｒｅａ
(74)代理人　100075557
弁理士　西教　圭一郎
(72)発明者　ペ，ジェホ
大韓民国　ソウル　ヤンチョング　シンジョン２ドン　１－パーク　アパートメント　１０１－１０２

最終頁に続く

(54)【発明の名称】流動床分離膜バイオリアクタ

(57)【要約】
本発明は、生化学的な活性微生物を含むバイオリアクタと、微生物の付着成長を支持する流動濾材粒子と、微生物を除く処理水を通過させるメンブレンとを含み、前記流動濾材粒子は前記メンブレンと直接接触する流動床分離膜バイオリアクタに関する。前記メンブレンは前記バイオリアクタの内部又は開部に設置できる。前記流動濾材粒子には、粒状活性炭又は他の適切な物質が使用できる。流動粒子は、微生物のための支持濾材として作用するだけではなく、メンブレンファウリング現象を起こすことが出来る物質を吸着し、又はメンブレンの表面を洗浄する研磨剤として作用する。

[Fig. 1]



【特許請求の範囲】
【請求項１】
生化学的な活性微生物を含むバイオリアクタと、
微生物の付着成長を支持する流動濾材粒子と、
微生物を除く処理水を通過させるメンブレンとを含み、
前記流動濾材粒子は、前記メンブレンと直接接触することを特徴とする流動床分離膜バイオリアクタ。
【請求項２】
前記メンブレンは、前記バイオリアクタの内部に設置されることを特徴とする請求項１に記載の流動床分離膜バイオリアクタ。
【請求項３】
前記メンブレンは、前記バイオリアクタの外部に設置されることを特徴とする請求項１に記載の流動床分離膜バイオリアクタ。
【請求項４】
前記流動濾材粒子は、濡れている状態で水より重い粒子であり、密度が１．０５乃至３、及び大きさが０．１ｍｍ乃至５ｍｍであることを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載の流動床分離膜バイオリアクタ。
【請求項５】
前記流動濾材粒子は、粒状活性炭であることを特徴とする請求項４に記載の流動床分離膜バイオリアクタ。
【請求項６】
前記メンブレンは、中空糸膜、管状膜、又は平膜であることを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載の流動床分離膜バイオリアクタ。
【請求項７】
前記バイオリアクタ内の処理は、好気性処理であることを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載の流動床分離膜バイオリアクタ。
【請求項８】
前記バイオリアクタ内の処理は、嫌気性処理であることを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載の流動床分離膜バイオリアクタ。
【請求項９】
前記バイオリアクタ内で生成されたバイオガスが再注入され、濾材粒子の流動を助けることを特徴とする請求項６に記載の流動床分離膜バイオリアクタ。
【請求項１０】
前記粒子は、流入廃水又は再注入されたリアクタ流体、又は流入廃水及び再注入されたリアクタ流体によって、流動されることを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載の流動床分離膜バイオリアクタ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、流動床分離膜バイオリアクタに関し、特に流動床生物膜リアクタと分離膜を結合し、維持管理が容易で、且つ高い処理効率で都市の下水及び廃水を処理することが出来る流動床分離膜バイオリアクタに関する。
【背景技術】
【０００２】
廃水処理用のバイオリアクタは、分散成長リアクタと生物膜リアクタに区分される。
標準活性スラッジ(sludge)法のような分散成長リアクタには、バイオマス(biomass)(又は微生物)が殆ど浮遊フロック(floc)状態として存在している。リアクタの嵩を減らすために、バイオマスの濃度を高く維持しなければならなく、このために前記標準活性スラッジ法のような分散成長リアクタでは、一般的にバイオマスの搬送用の沈澱槽が設置される。このような形態を持つリアクタは、比較的に短い固形物の滞留時間のせいで、一般的に

都市下水及び低濃度廃水を処理するための嫌気性工程には使用されていない。

【０００３】

一方、生物膜リアクタは、濾材(media)にバイオマスを付着することによって、バイオマスを高濃度に維持することが出来るため、長い固形物の滞留時間を必要とする効率的な嫌気性処理に適している。このようなリアクタとして、固定された濾材を使用する充填床リアクタ、及び流動濾材を使用する流動床リアクタがある。

【０００４】

流動床リアクタでは適切な速度の上向流が、砂又は粒状活性炭のような粒子の濾材層を通って流れながら、濾材が流体上で浮遊するようにする。ここで、重力による下向方向の力と濾材周辺の上向流が均衡を保つようになる。流動床リアクタは、特に廃水から硝酸塩又は過塩素酸塩を除去するために多く使われて来た。流動床リアクタでは、濾材に形成された厚い生物膜を通って高いバイオマス濃度が維持されるため、他種のリアクタでは時間単位の水理学的な滞留時間が要求されるが、流動床リアクタでは数分単位の水理学的な滞留時間でも同一な処理効率を得ることができる。

【０００５】

一方、分散成長リアクタは、短い水理学的な滞留時間で高処理効率を得るために、メンブレンを使用して高いバイオマス濃度を維持してきた。一般的に精密濾過膜(microfiltration membrane)又は限外濾過膜 (ultrafiltration membrane)が、リアクタ内で約 1μm の大きさの微生物を持つ粒子性物質を滞留するために使用された。又、膜を使用すると、リアクタ流出水から小さな粒子性物質まで排除するため、十分に清浄で除菌された流出水を得ることができ、この流出水の水質は農作物の灌漑用水として適している。従来の廃水処理システムを利用してこのような水質を得るためには、一般的に付加的な生物学的なリアクタ、大きな粒子性物質を除去する最終沈澱地、及びバクテリアの大きさより小さな物質を除去する多重濾材濾過段階を要求することになる。したがって、分離膜バイオリアクタの長所は、全体の処理システムの嵩が小さくて、小さな空間に占めることにある。

【０００６】

しかし、メンブレンファウリング(fouling)は、分離膜バイオリアクタシステムの性能に重大な影響を及ぼす。メンブレンファウリングは、メンブレンの表面又はメンブレンの細孔マトリックス(pore matrix)に汚染物質が蓄積されて発生する。メンブレンファウリングによって、メンブレンの水理学的な抵抗が増加すると、メンブレンの性能が低下し、その結果、設置及び運営のコストが高くなる。現在、メンブレンファウリングを減少させるために、様々な方案が提示されている。その中に、分離膜バイオリアクタで使用されている一般的な接近方法は、空気又は循環バイオガスをメンブレンの下部に注入して、メンブレン周辺で形成される強い乱流と交差流れを利用することである。この方法は効果的ではあるが、エネルギー費用が高い。又、膜の洗浄のために一般的に使用されている液体又は気体を利用したメンブレン逆洗浄と周期的な膜の洗浄にも費用が高くつく。

【０００７】

好気性処理は、最も一般的な廃水の生物学的な処理システムではあるが、空気の注入に相当なエネルギーを必要とする。これと違って、嫌気性処理は、空気又は酸素を注入することなく運営でき、バイオガスの形態で利用可能なエネルギーを生産する。嫌気性処理で最も要求される部分は、成長が遅いメタン形成嫌気性バクテリア(methane-forming anaerobic bacteria)の遺失を防ぐための長い固形物の滞留時間である。分離膜バイオリアクタは、リアクタの大きさ及び維持管理費を減少させるために必要な条件である短い水理学的な滞留時間の条件下においても、嫌気性バクテリアの遺失を防いで、要求される長い固形物の滞留時間を提供できるため、都市の下水のような低濃度の廃水の嫌気性処理に適している。しかし、現在は分離膜バイオリアクタのエネルギー要求量が高いため、このような長所が相殺されている。

【０００８】

エネルギー要求量を減少するために多くの研究が行われているが、未だにエネルギー要

求量の減少が必要とされている。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
したがって、本発明の目的は、産業廃水だけではなく、一般下水のより効果的な生物学的な処理を可能にし、又これに関連するエネルギー使用量及び維持費用を減らす廃水処理システムを提供することである。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
前記の目的を達成するための本発明の廃水処理システムは、流動床リアクタとメンブレンが結合したことを特徴とする。本発明の流動床分離膜バイオリアクタ(fluidized membrane bioreactor)は、生化学的な活性微生物を含む生物反応槽と、表面に生物膜の形成が可能な流動粒子と、処理水は通過するが微生物は濾されるメンブレンとを含む。又、流動粒子は、メンブレンと直接接触している。
【００１１】
前記流動床分離膜バイオリアクタは、２つの方法で運営できる。１つ目の方法は、分離膜が生物学的なリアクタの内部に設置されることであり、２つ目の方法は、分離膜が生物学的な処理システムの後端に別の処理過程として設置されることである。
【００１２】
前記メンブレンの種類は様々であり、その中の体表的な種類として、中空糸膜(hollow fiber membrane)、管状膜(tubular membrane)、又は平膜(flat sheet membrane)等がある。流動濾材として、砂、粒状活性炭(granular activated carbon)、又は流動床リアクタによく使用されるすべての流動濾材が適用可能である。ここで、粒状活性炭は、粉末活性炭より大きな直径を持ち、その直径は0.3mm程度又はこれより大きい。粒状活性炭の最も主な大きさは、直径が0.3mm乃至0.7mm程度である。このような大きさの粒状活性炭は、粒子性物質を、吸着又は付着する能力が大きく、洗浄(scouring)作用を通じてメンブレンの表面の汚染物質を除去し、メンブレンファウリングを防止するのに効果的である。
【００１３】
本発明の流動床分離膜バイオリアクタは、嫌気性システムと好気性システム両方に効果的に適用できる。
【発明の効果】
【００１４】
本発明による流動床リアクタとメンブレン濾過を組合する方法の長所は、微生物の滞留時間が増加するだけではなく、リアクタ内で処理水が通過するメンブレンと直接接触して流動する粒子の吸着及び洗浄効果によって、メンブレンファウリングが大きく減ることである。したがって、流動床の反応槽の一般的な作用を通じて、従来の分離膜バイオリアクタが持っている低エネルギー効率の問題を減らすことが出来る。これによって、大きなエネルギーを要する、激烈な攪拌(vigorous agitation)のために使用されるガス注入のエネルギーは、必要ない。
【００１５】
本発明による流動床分離膜バイオリアクタは、固形物の滞留時間を長く維持できるため、特に嫌気性処理を使う廃水処理の効率を高めることに、非常に効果的に適用できる。
【図面の簡単な説明】
【００１６】
【図１】メンブレンが生物学的なリアクタの内部に設置された、本発明による流動床分離膜バイオリアクタの一つの実施態様を概略的に図示した図面である。
【図２】メンブレンが生物学的なリアクタの外部に設置された、本発明による流動床分離膜バイオリアクタの他の実施態様を概略的に図示した図面である。
【図３】図１に図示された流動床分離膜バイオリアクタが嫌気性工程で使用される変更実施態様を概略的に図示した図面である。

【図４】図２に図示された流動床分離膜バイオリアクタが嫌気性工程で使用される変更実施態様を概略的に図示した図面である。
【図５】図２に図示された流動床分離膜バイオリアクタの他の変更実施態様を概略的に図示した図面である。
【図６】図４に図示された流動床分離膜バイオリアクタで、濾過時間による吸入圧力(suction pressure)の変化を図示した図面である。
【図７】図４に図示された流動床分離膜バイオリアクタで、濾過時間による吸入圧力(suction pressure)の変化を図示した図面である。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１７】
図１は、本発明の一実施態様に関する流動床分離膜バイオリアクタを概略的に図示した図面であり、流動濾材粒子３を含むバイオリアクタ１がメンブレン５と共に設置されている。
【００１８】
前記メンブレン５には、望ましくは中空糸膜、管状膜、又は平膜が適用できる。例えば、中空糸膜がバイオリアクタ１内で垂直に設置されている。流動濾材粒子３は、流入流れ７によって上向へ流動され、同時にメンブレン５と物理的に接触されるため、この物理的な接触及び生分解作用と吸着などによって、メンブレンファウリングの現象が緩和される。
【００１９】
前記粒子３を流動させるための流体の上向流速は、流動層が5-300％、より一般的には25-150％の膨張率を維持するほどの流速である。
【００２０】
流動濾材粒子は濡れている状態の重さが水より重く、特に比重が1.05乃至3程度のもので、直径0.1mm乃至5mmのプラスチックビーズから砂粒まで多様に使われる。その中にも効果的な濾材粒子は、0.3乃至0.7mmの大きさの粒状活性炭であり、これは実際の廃水処理時、流動床リアクタで微生物の増殖と有害な有機及び無機汚染物質の処理に効果的であることが知られている。一般的には、活性炭濾材層を50乃至100％膨張させるための上向流速は、1m/min程度である。
【００２１】
流動濾材粒子３は、微生物の住み処を提供、メンブレンのファウリングを誘発する残留微細粒子か溶解性有機物の吸着、及びメンブレンの表面に付着された汚染物質を物理的な運動と吸着を通じて洗浄する研磨剤としての役割などの多様な機能を持つ。
【００２２】
メンブレン５を通じて濾過された後、透過水９が形成される。濾材粒子の流動は、循環ライン１１を通じて適切な流量をリアクタ１へ循環されることで、望むとおりに調節することができる。このような搬送流量と流入流量７は、リアクタ１で濾材粒子の流動のために必要な上向流速を提供する。
【００２３】
図１の実施態様では、メンブレン５がバイオリアクタの内部に設置されているが、図２に図示されているように、バイオリアクタの後端に別の反応槽に設置し、メンブレン濾過を、生物学的な処理システムの処理の後、分離された段階で実行することも出来る。
【００２４】
当実施態様では、バイオリアクタ１で処理された流出水１３が、メンブレン５が設置された分離チェンバー１５に流入される。チェンバー内で流出水１３は、メンブレン５を通過し、流出水１３によって流動化された粒子３は、クロッギング物質(clogging matter)の吸着のための濾材及びメンブレンファウリングを減少させる研磨剤として作用する。
【００２５】
メンブレンがバイオリアクタの外部に設置される場合、バイオリアクタ１はCSTR (Completely Stirred Tank Reactor)、フィルタ、UASB(Upflow Sludge Blanket Reactor)

、BR(baffled reactor)、SBR(Sequencing Batch Reactor)又はFBR(Fluidized Bed Reactor)であり、又は現在使用される任意形態のバイオリアクタであっても適用可能である。ここで、前記流動床システムの目的は、少ないエネルギー消費量でファウリングを低減させることである。

【００２６】

図１及び図２の実施態様は、本発明の流動床分離膜バイオリアクタが、曝気手段１７を持つ好気性処理システムに適用された場合の実施態様である。しかし、本発明による流動床分離膜バイオリアクタは、図３及び図４に図示されたように嫌気性の生物学的な処理システムでも効率的に適用できる。

【００２７】

このような実施態様では、曝気手段が除去され、その代わりに発生するバイオガス(biogas)の捕集のためにガス分離機１８が追加されている。ここで分離されたガスは、ライン１９を通じて再流入されて濾材の流動を助けたり、又はライン２０，２１を通じて排出される。

【００２８】

流動濾材粒子３は、表面に生物膜を形成することで、長い固形物の滞留時間(SRT)の維持を可能にする。さらに、メンブレン５は、嫌気性バクテリアの流失を防止するため、その結果、固形物の滞留時間がさらに長くなる。流動床リアクタと分離膜リアクタを結合することで、嫌気性処理工程に必要な長い固形物の滞留時間を維持でき、廃有機物(waste organic)の微生物への物質伝達(mass transfer)を増進し、エネルギー消費が効率的なバイオガスの生産方式で、膜の汚染可能性を低減することが出来る。したがって、本発明は、好気性分離膜バイオリアクタにも有効であるだけではなく、低濃度廃水を処理するための嫌気性工程に適用すると、従来より遥かに優れた効果が期待できる。

【００２９】

図５は、図２の変更実施態様を図示している。本実施態様のメンブレン５は、管状膜であり、研磨作用をする濾材粒子３は、より効率的な洗浄効果を得るためにメンブレン５の内部で流動する。粒状活性炭のような濾材粒子３の損失を防ぐために、粒状活性炭分離槽２３を追加的に設置できる。分離された粒状活性炭２４は、バイオリアクタの流出水１３と共に再びリアクタへ流入される。

【００３０】

図６は、本発明による流動床分離膜リアクタでの粒状活性炭のメンブレン洗浄効果を証明するための実験結果である。図６は、流動濾材として、粒状活性炭を注入した場合と注入しない場合による定速運転条件(constant flux operation)で、メンブレンの目詰り指標である透過圧力変更を比較したものである。本実験で使用された流動床分離膜バイオリアクタは、図４に図示された類型であり、メンブレンモジュールが嫌気性バイオリアクタの外部に設置されてバイオリアクタから出る流出水を処理する方式である。本実験では、中空糸膜メンブレンが使用された。粒状活性炭が投入された流動床分離膜リアクタでは、実験期間の間に粒状活性炭が持続的に流動した。図６は、粒状活性炭が投入されてない条件で、透過圧力(又は、メンブレンファウリング)が相当に増加したことを示している。一方、粒状活性炭が投入された場合には、透過圧力の変化様相は清浄な水を使用した時と殆ど類似していることが観察できる。これは、粒状活性炭が持続的にメンブレンを洗浄するからである。

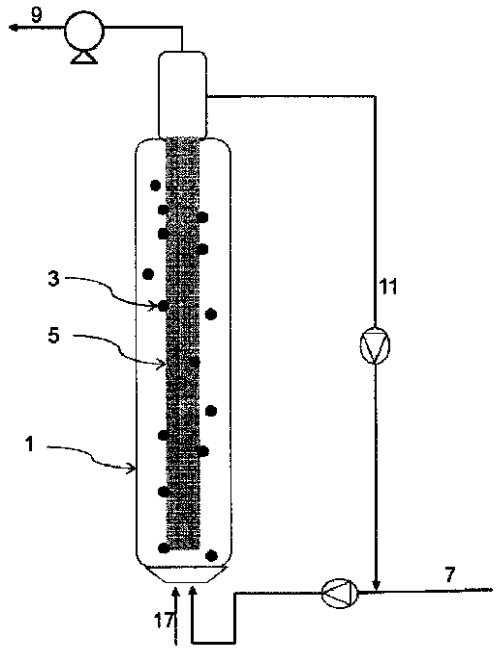
【００３１】

図７も、本発明による流動床分離膜バイオリアクタでの粒状活性炭のメンブレン洗浄効果を表す実験結果である。流動床分離膜バイオリアクタは、図６の実験で使用されたリアクタと同じ形態を持つ。この実験では、リアクタで粒状活性炭を持続的に流動させず、Ａ時点では粒状活性炭の流動を中断させて、Ｂ時点で流動を再び始めた。図７に図示されたように、粒状活性炭の流動が中断された時、透過圧力が増加した。しかし、粒状活性炭の流動が再び始まった時、透過圧力は清浄な水を使用して濾過するときに類似する圧力に減少した。

【００３２】
前記実験を通じて、流動床分離膜バイオリアクタのメンブレン洗浄効果が、大変著しいことがわかる。

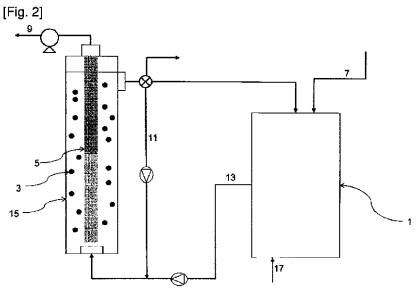
【図１】

[Fig. 1]

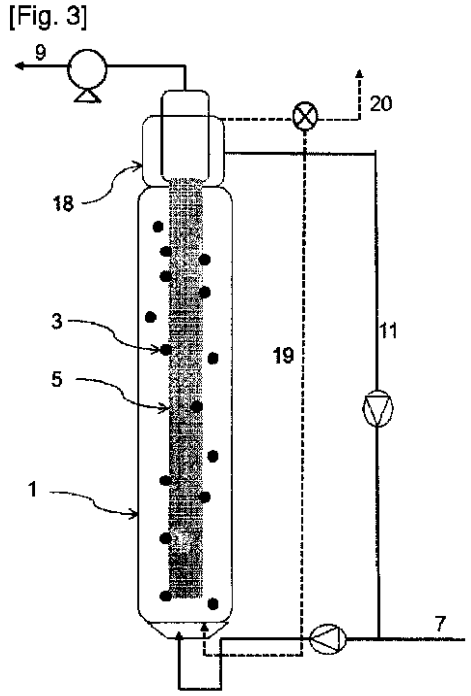


【図２】

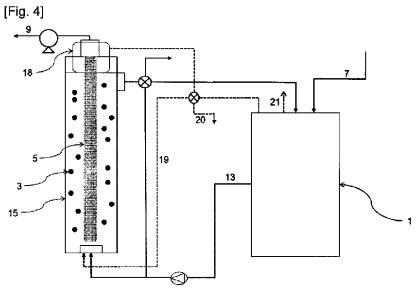
[Fig. 2]



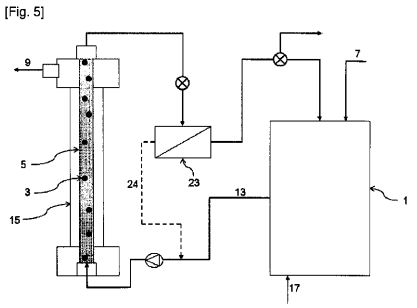
【図３】


[Fig. 3]
9
20
18
3
5
1
19
11
7

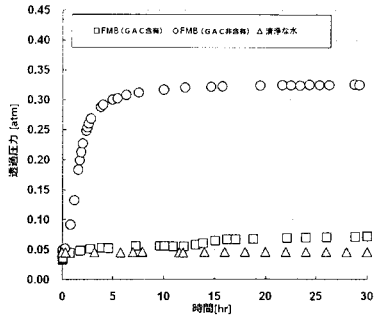
【図４】


[Fig. 4]
9
18
7
20
21
5
19
3
13
15
1

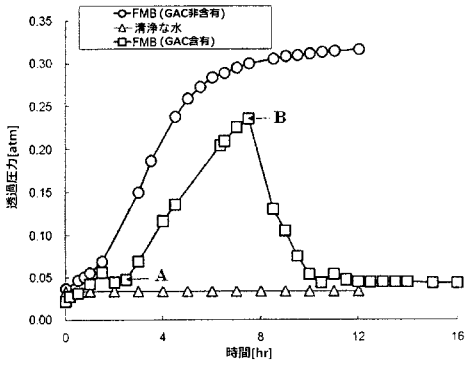
【図５】


[Fig. 5]
9
7
5
24
23
3
13
15
1
17

【図６】


□FMB (GAC含有) ○FMB (GAC非含有) △清浄な水
透過圧力 [atm]
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
0
5
10
15
20
25
30
時間[hr]

【図７】


FMB (GAC非含有)
清浄な水
FMB (GAC含有)
透過圧力[atm]
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
B
A
0
4
8
12
16
時間[hr]

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2010/001440

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F 3/08(2006.01)i, C02F 3/10(2006.01)i, B01D 39/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C02F 3/08; B01D 63/02; C02F 3/02; C02F 1/44; C02F 3/28; C02F 3/10; B01D 63/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean utility models and applications for utility models
Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: fluidized bed, bioreactor, membrane

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 07-328624 A (EBARA RES CO LTD et al.) 19 December 1995 See abstract; paragraphs 0004, 0008, 0014; claim 1; figure 1	1-8 9,10
A	JP 09-308883 A (EBARA CORP) 02 December 1997 See abstract; claim 1; figure 1	1-10
A	KR 10-0339017 B1 (한상배) 31 May 2002 See abstract; claim 1; figures 2, 3	1-10
A	KR 10-0297178 B1 (류종찬) 22 September 2001 See abstract; claim 1; figure 1	1-10
A	KR 10-0230172 B1 (인하대학교) 15 November 1999 See abstract; claim 1; figure 1	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents,such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 JANUARY 2011 (21.01.2011)	**24 JANUARY 2011 (24.01.2011)**

Name and mailing address of the ISA/KR
Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea
Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer
Kim,Sung Gil
Telephone No. 82-42-481-5602

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2010/001440

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 07-328624 A	19.12.1995	JP 3430183 B2	28.07.2003
JP 09-308883 A	02.12.1997	JP 3306786 B2	24.07.2002
KR 10-0339017 B1	31.05.2002	None	
KR 10-0297178 B1	22.09.2001	None	
KR 10-0230172 B1	15.11.1999	None	

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI			テーマコード（参考）
C02F	*3/08*	*(2006.01)*	C02F	3/08	B	
C02F	*3/10*	*(2006.01)*	C02F	3/10	A	
C02F	*3/28*	*(2006.01)*	C02F	3/28	B	
			C02F	1/44	C	

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 キム，ジョンファン
大韓民国 インチョン ヨンスグ ソンドドン ハンジンーハエモロ アパートメンツ １１１－４０３
(72)発明者 マッカーティー，ペリー，エル.
アメリカ合衆国 カリフォルニア州，スタンフォード，ヴィア オルテガ ４７３，ジェリー ヤング アンド アキコ ヤマザキ エンヴァイロメント アンド エナジー ビルディング ４０２０，スタンフォード ユニバーシティー

Ｆターム(参考) 4D003 AA12 AB02 BA02 CA02 EA14 EA22 EA25 FA10
4D006 GA02 HA01 HA21 HA41 HA93 JA35A JA35B JA35C KA01 KA41 KA43 KB22 KB23 KB25 KC20 MA01 MA02 MA03 PA01 PB08 PC67
4D028 AC04 BB02 BC17 BC26 BD17
4D040 AA04 AA24 AA34